



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 23 DEC 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

*IB/04/52833*

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03104847.3

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

**BEST AVAILABLE COPY**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03104847.3  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 19.12.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH  
Steindamm 94  
20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren und Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H05B41/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

## BESCHREIBUNG

### Verfahren und Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe insbesondere während der ersten Brennstunden nach der Herstellung der Lampe. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung sind dabei insbesondere für Hochdruckgasentladungslampen (HID [high intensity discharge] -Lampen oder UHP [ultra high performance] -Lampen) vorgesehen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Beleuchtungseinheit mit einer Entladungslampe und einer solchen Schaltungsanordnung sowie ein Projektionssystem mit einem Projektionsdisplay und einer solchen Beleuchtungseinheit.

Bei Entladungslampen und insbesondere den genannten Hochdruckgasentladungslampen ist häufig zu beobachten, dass die Brennspannung insbesondere während der ersten Brennstunden nach der Herstellung der Lampe zum Teil erheblich abfällt, und zwar in einem solchen Maße, dass die Spezifikationen bzw. Grenzwerte der betreffenden Lampen-Treiberschaltung überschritten werden, so dass die Lampe nicht mehr mit ihrer gewünschten Leistung bzw. der Nennleistung betrieben werden kann und sogar die Gefahr eines Ausfalls der Lampe besteht.

Aus verschiedenen Druckschriften ist es bekannt, einer Änderung der Brennspannung der Lampe durch Veränderung einzelner oder mehrerer Betriebsparameter der Lampe entgegenzuwirken.

So wird zum Beispiel in der US2001/0038267 ein Verfahren zum Betreiben einer HID-Lampe, die speziell geformte Elektroden aufweist, beschrieben, mit dem der Abstand zwischen den Elektrodenspitzen durch Veränderung der Betriebsfrequenz der Lampe eingestellt bzw. verändert werden kann. Insbesondere soll danach die Lampe beim Erreichen einer ersten höheren Brennspannung mit einer ersten Frequenz, die unter 50

Hz liegt, und beim Erreichen einer zweiten niedrigeren Brennspeannung mit einer zweiten Frequenz im Bereich zwischen 50 und 700 Hz betrieben werden. Als Alternative dazu wird angegeben, dass die erste Frequenz bei 750 Hz oder darüber und die zweite Frequenz im Bereich zwischen 50 und 700 Hz liegt.

5

Beide Maßnahmen beinhalten jedoch Nachteile bzw. Risiken, insbesondere wenn die Elektroden nicht die in dieser Druckschrift beschriebene spezielle Form aufweisen.

Einerseits erhöht sich beim Absenken der Betriebsfrequenz auf unter 50 Hz die Gefahr eines Bogenspringens erheblich, wenn nicht besondere Gegenmaßnahmen (wie zum

10 Beispiel eine Lampenspannung mit bestimmten Pulsformen) getroffen werden.

Andererseits kann der Einsatz von Frequenzen oberhalb etwa 700 Hz dazu führen, dass sich mehrfache Spitzen an den Elektroden ausbilden oder die Elektroden in erheblichem Maße zurückbrennen.

15 Weiterhin ist es zum Beispiel aus der EP 1 057 376 bekannt, das Wachstum der Elektroden mit Hilfe einer veränderten Pulsform des Lampenstroms zu beenden oder sogar umzukehren. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass die Bogenentladung im allgemeinen nur bei solchen Betriebsbedingungen besonders stabil ist, die das Elektrodenwachstum unterstützen.

20

Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe zu schaffen, mit dem/der ein Absinken der Brennspeannung insbesondere während der oben genannten ersten Brennstunden der Lampe nach deren Herstellung zumindest soweit verhindert

25 werden kann, dass die Spezifikationen bzw. Grenzwerte einer für den anschließenden Normalbetrieb dimensionierten Lampen-Treiberschaltung nicht überschritten werden.

Weiterhin soll mit der Erfindung ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe geschaffen werden, mit dem/der ein Absinken der  
30 Brennspeannung unter einen vorbestimmbaren Grenzwert insbesondere während der

oben genannten ersten Brennstunden der Lampe nach deren Herstellung verhindert werden kann, ohne dadurch die Stabilität der Bogenentladung zu beeinträchtigen.

- Schließlich soll auch ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer
- 5 Entladungslampe geschaffen werden, mit dem/der auch bei Entladungslampen mit unterschiedlichsten Lampen- und/oder Betriebsparametern wie Geometrie der Elektroden, Lampenaufbau, chemische Zusammensetzung und Druck des Entladungsgases, Temperatur usw. ein Abfall der Brennspeannung unter einen vorbestimmbaren Grenzwert insbesondere während der oben genannten ersten Brennstunden der Lampe nach deren
- 10 Herstellung verhindert werden kann.

- Gelöst wird die Aufgabe gemäß Anspruch 1 mit einem Verfahren zum Betreiben einer Entladungslampe insbesondere während der ersten Brennstunden nach der Herstellung der Lampe, mit einer ersten Normal-Betriebsart mit einer ersten Betriebsfrequenz, die
- 15 aktiviert wird, wenn die Brennspeannung der Lampe größer (oder gleich) einem vorbestimmbaren ersten Grenzwert  $U_1$  ist, und einer zweiten Betriebsart mit einer zweiten höheren Betriebsfrequenz, die aktiviert wird, wenn die Brennspeannung der Lampe den ersten Grenzwert  $U_1$  erreicht (bzw. unterschreitet) und die so gewählt ist, dass das Wachstum der Elektroden und somit der Abfall der Brennspeannung
- 20 insbesondere aufgrund der Ausbildung von dünneren Elektrodenspitzen begrenzt ist.

- Die Aufgabe wird ferner gemäß Anspruch 13 mit einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens gelöst, die einen Komparator zum Vergleichen der Brennspeannung mit mindestens einem der beiden Grenzwerte sowie einen Generator
- 25 zum Erzeugen der Betriebsfrequenzen des Lampenstroms in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Komparators aufweist.

- Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Grund dafür, dass der genannte relativ starke Abfall der Brennspeannung im allgemeinen nur innerhalb der ersten (je
- 30 nach Lampenart etwa 1 bis 1000) Brennstunden auftritt, darin liegt, dass innerhalb

dieser ersten Brennstunden die Elektroden einen relativ geringen Abstand aufweisen, der sich nach Ablauf der ersten Brennstunden durch Abbrand so weit vergrößert hat, dass diese Abfälle zumindest im wesentlichen nicht mehr oder nur noch unter besonderen Extrembedingungen stattfinden.

5

Ein besonderer Vorteil dieser Lösungen besteht darin, dass in der Normal-Betriebsart der Lampenstrom die üblichen Strompulse und in der ersten Betriebsart der Lampenstrom eine Rechteckform aufweisen kann, so dass in beiden Fällen eine hohe Stabilität der Bogenentladung sichergestellt werden kann. Dies ist insbesondere für HID- und UHP-Lampen von großer Bedeutung, so dass das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung insbesondere zum Betreiben einer zum Beleuchten von Displays vorgesehenen HID- oder UHP-Entladungslampe geeignet ist.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Lebensdauer der Entladungslampe nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt wird, da die Lampe nur im Bedarfsfall in die Brennspannung anhebende Betriebsart geschaltet wird und ansonsten in der üblichen bzw. bekannten Weise angesteuert werden kann, mit der die übliche Lebensdauer erzielt wird.

Schließlich kann mit der erfindungsgemäßen Lösung auch die relativ hohe Ausfallrate von Entladungslampen, insbesondere von HID- und UHP-Lampen während der genannten ersten Brennstunden, und sogar in dem Fall, in dem diese gedimmt betrieben werden, erheblich gesenkt werden.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Die Ansprüche 2 bis 7 beinhalten bevorzugte Bereiche für die erste und zweite Betriebsart bzw. Betriebsfrequenz sowie für den ersten Grenzwert.

Der Anspruch 8 beinhaltet eine dritte Betriebsart, die insbesondere in dem Fall vorteilhaft ist, in dem die verwendete Lampe bestimmte Lampen- und/oder Betriebsparameter aufweist, die zu einem besonders starken Abfall der Brennspannung führen können.

Die Ansprüche 9 bis 12 beinhalten bevorzugte Bereiche für die dritte Betriebsart bzw. die dritte Betriebsfrequenz.

- 5 Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnung.  
Es zeigt:

- 10 Fig. 1 den Verlauf der Brennspannung beim Umschalten zwischen einer ersten und einer zweiten Betriebsart;  
Fig. 2 einen Verlauf der Brennspannung beim Umschalten zwischen einer ersten und einer dritten Betriebsart;  
Fig. 3 einen Verlauf der Brennspannung beim Umschalten zwischen einer zweiten und einer dritten Betriebsart;  
15 Fig. 4 einen zeitlich gedehnten Ausschnitt aus dem Verlauf gemäß Figur 3;  
Fig. 5 einen ersten Verlauf der Brennspannung beim Umschalten zwischen einer ersten, einer zweiten und einer dritten Betriebsart;  
Fig. 6 einen zweiten Verlauf der Brennspannung beim Umschalten zwischen einer ersten, einer zweiten und einer dritten Betriebsart;  
20 Fig. 7 einen dritten Verlauf der Brennspannung beim Umschalten zwischen einer ersten, einer zweiten und einer dritten Betriebsart;  
Fig. 8 ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens;  
Fig. 9 eine erste Komponente der in Figur 8 gezeigten Schaltungsanordnung im Detail;  
25 und  
Fig. 10 eine zweite Komponente der in Figur 8 gezeigten Schaltungsanordnung im Detail.

- Aufgrund verschiedener Effekte bilden sich an den vorderen, einander gegenüberlie-  
30 genden Flächen der Elektroden Spitzen aus, die zumindest teilweise auch geschmolzen sein können. Zwar haben diese Spitzen zahlreiche Vorteile, da sie u. a. zu einer stabilen

Bogenentladung, einem verminderten Elektrodenabbau und einer geringeren Elektrodentemperatur beitragen. Das Wachstum der Elektrodenspitzen führt jedoch auch dazu, dass der Spalt zwischen den Elektroden, d. h. die Entladungsstrecke, immer kürzer wird und damit die Brennspannung mehr oder weniger kontinuierlich abfällt, insbesondere wenn die Elektroden noch keinen oder nur einen sehr geringen Abbrand aufweisen.

Das Ausmaß dieses Abfalls hängt von zahlreichen Lampenparametern, wie insbesondere der Geometrie der Elektroden, des Entladungsgefäßes, der chemischen Zusammensetzung und des Drucks des Entladungsgases, der Betriebstemperatur usw. ab und weist somit bei unterschiedlichen Lampen entsprechend große Unterschiede auf.

Da es mit sinnvollem Aufwand kaum möglich ist, alle diese Parameter in geeigneter Weise zur Begrenzung des Abfalls der Brennspannung einzustellen und darüberhinaus diese Parameter je nach Art der Entladungslampe ohnehin sehr unterschiedlich gewählt werden müssen, kann die Brennspannung bei bestimmten Lampen in so starkem Maße abfallen, dass sie unter einer bestimmten minimalen Spannung der Lampen-Treiberschaltung liegt, so dass die Lampe nicht mehr mit ihrer nominalen Leistung betrieben werden kann oder vollständig ausfällt bzw. ausgetauscht werden muss. Dies kann erhebliche Mehrkosten verursachen, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ebenfalls vermieden werden.

Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer mit konstanter Leistung betriebenen Lampe der Lampenstrom ansteigt, wenn sich der Elektrodenabstand auf Grund der Ansammlung von Elektrodenmaterial an den Elektrodenspitzen vermindert. Vernachlässigt man die geringe Abhängigkeit der Leistungsaufnahme der Elektrode von der Länge der Elektrodenspitze, so kann man davon ausgehen, dass die Leistungsaufnahme proportional zu dem Lampenstrom ist und somit mit der Länge der Elektrodenspitze ansteigt.



Die Abführung von Wärme aus der Elektroden spitze (insbesondere durch Wärmeleitung entlang der Elektrode und Wärmeabstrahlung) ist im wesentlichen durch die betreffende Elektrodenform begrenzt. Somit erreicht die Temperatur der Elektroden spitze die Schmelztemperatur des Elektrodenmaterials (im wesentlichen Wolfram) bei einem bestimmten Stromwert. Versuche haben gezeigt, dass nach der Ausbildung einer geschmolzenen Elektroden spitze praktisch kein Elektrodenwachstum mehr zu beobachten ist.

In einem Zustand, in dem das Wachstum der Elektroden spitze durch deren geschmolzenen Zustand begrenzt ist, kann die Länge der Elektroden spitze durch deren Breite bzw. Durchmesser beeinflusst bzw. gesteuert werden. Bei einer dünnen Spitze ist der Wärmetransport entlang der Elektrode weniger effektiv als bei einer dickeren Spitze. Dies hat zur Folge, dass die vordere Fläche einer dünnen Spitze die Schmelztemperatur bereits bei einer geringeren Länge der Elektroden spitze erreicht.

Versuche haben gezeigt, dass die Breite bzw. der Durchmesser  $d$  der Elektroden spitze abhängig ist von der Betriebsfrequenz  $f$  der Lampe, und zwar in etwa gemäß der Gleichung:  $d = \tilde{c} \sqrt{f[\text{Hz}]}$ , wobei  $c$  zwischen etwa 2500 und etwa 4000  $\mu\text{m}$  liegt.

Somit können also mit einer erhöhten zweiten Betriebsfrequenz der Lampe, die vorzugsweise im Bereich zwischen etwa 400 Hz und etwa 1000 Hz liegt oder die das etwa 2- bis etwa 20-fache der ersten Normal-Betriebsfrequenz (von zum Beispiel etwa 50 bis etwa 200 Hz) beträgt, relativ dünne und kurze Elektroden spitzen erzeugt werden, so dass die Brennspannung auf Grund des nur begrenzten Wachstums der Elektroden spitzen nicht zu stark abfallen kann.

Allerdings besteht insbesondere bei UHP-Lampen und einer zu hohen Betriebsfrequenz die Gefahr, dass die Elektroden relativ schnell zurückbrennen und sich dadurch die Lebensdauer der Lampe verkürzt. Um dies zu vermeiden, wird die höhere Betriebsfrequenz nur dann aktiviert, wenn die Brennspannung unter einen vorbestimmten ersten

Grenzwert  $U_1$  abfällt. Dieser erste Grenzwert  $U_1$  wird vorzugsweise so gewählt, dass er einen ausreichenden Abstand von zum Beispiel etwa 10 V gegenüber der minimalen Lampen-Treiberspannung  $U_{\text{Treiber}}$  (bei der die Treibereinheit die Lampe noch mit ihrer Nennleistung bzw. einer gewünschten Leistung treiben kann) aufweist, d. h.  $U_1 = U_{\text{Treiber}}$   
5 + 10V.

Bei einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird somit während einer ersten Normalbetriebsart der Lampe mit einer ersten Standard- oder Normal-Betriebsfrequenz des Lampenstroms von zum Beispiel etwa 90 Hz (gegebenen-  
10 falls mit überlagerten Pulsen zur Stabilisierung der Bogenentladung) die Brenns-  
spannung kontinuierlich oder in bestimmten Zeitabständen erfasst und mit dem ersten Grenzwert  $U_1$  verglichen. Sobald die Brenns-  
spannung den ersten Grenzwert  $U_1$  erreicht oder unterschreitet, wird eine zweite Betriebsart mit einer zweiten Betriebsfrequenz von  
zum Beispiel etwa 500 Hz aktiviert. Dadurch wird ein weiteres Wachstum der  
15 Elektrodenspitzen begrenzt und ggf. auch verlangsamt oder sogar verhindert. Wenn die  
Brenns-  
spannung den ersten Grenzwert  $U_1$  wieder erreicht oder überschreitet, wird die erste Betriebsart mit der ersten Betriebsfrequenz wieder aktiviert, so dass der negative Effekt eines eventuellen verstärkten Zurückbrennens der Elektroden minimal ist.

20 Figur 1 zeigt beispielhaft den Verlauf der Brenns-  
spannung  $U$  in Volt bei einer UHP-  
Lampe mit 150 Watt Nennleistung über der Zeit  $T$  in Minuten, wobei ein erster Grenzwert  $U_1$  der Brenns-  
spannung von etwa 74 Volt festgelegt wurde. Solange die Brenns-  
spannung über diesem ersten Grenzwert  $U_1$  liegt, wird die Lampe in der ersten Normalbetriebsart mit einer Frequenz des Lampenstroms von etwa 90 Hz sowie  
25 überlagerten Strompulsen (3,5 Ampere, 6 %) betrieben. Wenn die Brenns-  
spannung auf den ersten Grenzwert  $U_1$  abfällt, wird die zweite Betriebsart mit einer Frequenz des Lampenstroms von etwa 500 Hz (ohne Strompulse) aktiviert. Wie der Darstellung zu entnehmen ist, fällt die Brenns-  
spannung zunächst weiter ab, bevor sie dann allmählich wieder bis auf den ersten Grenzwert  $U_1$  ansteigt. Da der maximale Abfall der  
30 Brenns-  
spannung unterschiedlich stark ausfallen kann, ist es in Abhängigkeit von der

- Leistungskurve der verwendeten Lampen-Treiberschaltung gegebenenfalls vorzuziehen, den ersten Grenzwert  $U_1$  etwas höher, zum Beispiel bei etwa 75 bis 80 V festzulegen, um zu verhindern, dass die Brennspannung unter die minimale Lampen-Treiberspannung abfällt, bei der die Lampen-Treiberschaltung die Nennleistung oder eine
- 5 gewünschte Leistung der Lampe nicht mehr abgeben kann.

- Wie oben bereits erläutert wurde, kann die Kombination von bestimmten Lampen- und/oder Betriebsparametern bei bestimmten Lampen dazu führen, dass die Brennspannung während der ersten Brennstunden in besonders starkem Maße abfällt.
- 10 Um dieser Möglichkeit Rechnung zu tragen und zu verhindern, dass in einem solchen Fall die Brennspannung unter die minimale Lampen-Treiberspannung abfällt, kann die erste Ausführungsform des Verfahrens in verschiedener Weise ergänzt werden.

- Zu diesem Zweck wird zunächst ein zweiter Grenzwert  $U_2$  der Brennspannung
- 15 festgelegt, der zum Beispiel nur noch 5 Volt über der minimalen Lampen-Treiberspannung liegt:  $U_2 = U_{\text{Treiber}} + 5V$ .

- Wenn durch einen kontinuierlichen oder in bestimmten Zeitabständen durchgeführten Vergleich der Brennspannung mit dem zweiten Grenzwert  $U_2$  festgestellt wird, dass die
- 20 Brennspannung diesen zweiten Grenzwert erreicht oder unterschreitet, so werden durch Aktivierung einer dritten Betriebsart bestimmte Betriebsparameter der Lampe so verändert, dass ein Teil der Spitze zumindest einer der Elektroden zurückschmilzt oder zurückbrennt und dadurch die Entladungsstrecke bzw. der Spalt zwischen den Elektroden vergrößert wird, bis die Brennspannung den zweiten Grenzwert wieder
- 25 erreicht oder überschreitet.

- Im einfachsten Fall wird dazu der Lampenstrom bzw. die Lampenleistung für eine kurze Zeitdauer erhöht. Da jedoch die Lampen-Treiberschaltung in dieser dritten Betriebsart bereits im Grenzbereich ihrer Spezifikation betrieben wird und es auch relativ schwierig
- 30 ist, das geschmolzene Elektrodenmaterial durch eine Stromveränderung zu beeinflussen, wird diese erste Alternative im allgemeinen nicht bevorzugt eingesetzt.

Statt dessen wird eine zweite Alternative bevorzugt, bei der zumindest eine der Elektroden zurückgeschmolzen wird, ohne dass der Lampenstrom erhöht werden muss.

Dabei wird von der Tatsache Gebrauch gemacht, dass die Leistungsaufnahme einer Elektrode insbesondere einer UHP-Lampe während der Anodenphase höher ist, als während der Kathodenphase, wobei der entsprechende Faktor allerdings von der Betriebsfrequenz abhängig ist. Im Falle eines Gleichstrombetriebes beträgt das Leistungsverhältnis zwischen Kathode und Anode etwa 0,6, während bei einem Wechselstrombetrieb bei etwa 100 Hz gilt:  $P_{\text{Kathode}} < P_{\text{AC}} < P_{\text{Anode}}$ .

10

Durch Verlängerung der Dauer der Anodenphase während der dritten Betriebsart im Vergleich zu der ersten Betriebsart kann die Leistungsaufnahme der betreffenden Elektrode erhöht und ein Teil ihrer Spitze abgeschmolzen werden. Zur Realisierung dieser zweiten Alternative gibt es zwei Möglichkeiten, nämlich zum einen ein Lampenbetrieb bei einer sehr niedrigen dritten Betriebsfrequenz und zum anderen die Anwendung bzw. Beaufschlagung der Lampe mit einer Gleichstromkomponente.

15

Die dritte Betriebsfrequenz liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen etwa 0,1 und etwa 30 Hz, und besonders bevorzugt bei etwa 20 Hz, oder ist um einen Faktor zwischen etwa 2 und mindestens etwa 1000 niedriger als die zweite Betriebsfrequenz.

20

Die Zeitdauer der dritten Betriebsart liegt im allgemeinen im Bereich zwischen etwa 0,1 und etwa 100 Sekunden, insbesondere 10 Sekunden und führt zu einem sehr schnellen Anstieg der Brennspannung in einer Größenordnung von mehreren Volt.

25

Figur 2 zeigt den entsprechenden Verlauf der Brennspannung  $U$  in Volt über der Zeit  $T$  in Minuten bei einer UHP-Lampe mit 100 Watt während der ersten Betriebsart mit (Kurve A) und ohne (Kurve B) überlagerten Strompulsen, wobei der zweite Grenzwert  $U_2$  der Brennspannung bei etwa 63 Volt festgelegt wurde. Wie in Figur 2 zu erkennen ist, wird bei Erreichen dieses zweiten Grenzwertes die dritte Betriebsfrequenz (in der

30

dritten Betriebsart) von etwa 20 Hz für eine Zeitdauer von zwischen etwa 1 und etwa 10 Sekunden aktiviert. Die dadurch erzielte Vergrößerung des Elektrodenabstandes durch ein Schmelzen bzw. Zurückbrennen eines Teils der Elektroden spitzen führt zu einem erheblichen Anstieg der Brenns spannung.

5

Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass der Elektrodenabstand besonders wirksam dann vergrößert werden kann, wenn die Elektroden spitzen zuvor mit einer hohen Betriebsfrequenz, z. B. während der zweiten Betriebsart, erzeugt wurden, da sie in diesem Fall relativ dünn und kurz sind und somit leichter zurückgeschmolzen werden

10 können.

Darüberhinaus wird bei einer Elektrode, deren Spitze sich aus einem relativ breiten, mit einer niedrigen Frequenz (z. B. etwa 90 Hz mit überlagerten Strompulsen) erzeugten Abschnitt sowie einem relativ dünnen, mit einer höheren Frequenz (z. B. etwa 500 Hz) erzeugten (End-) Abschnitt zusammensetzt, durch diese dritte Betriebsart im wesentlichen nur der dünne Abschnitt der Elektroden spitze zurückgeschmolzen, während der breitere Elektrodenabschnitt, der insbesondere zur Erzielung einer hohen Stabilität der Bogenentladung von Bedeutung ist, zumindest weitgehend unbeeinflusst bleibt.

20

Figur 3 zeigt für diesem Fall den Verlauf der Brenns pannung  $U$  in Volt über der Zeit  $T$  in Sekunden für eine UHP-Lampe mit 150 Watt, wenn durch Aktivieren der dritten Betriebsfrequenz von 20 Hz bzw. 30 Hz ohne überlagerte Strompulse bei Erreichen eines zweiten Grenzwertes  $U_2$  der Brenns pannung von etwa 60 Volt diese dünnen

25 Elektroden spitzen zurückgeschmolzen werden.

Hinzuweisen ist dabei insbesondere auf die erforderliche Dauer der dritten Betriebsart.

Figur 4 zeigt eine zeitlich gedehnte Darstellung des Verlaufes der Brenns pannung  $U$  in Volt während der dritten Betriebsart in Sekunden. Aus dieser Darstellung wird deutlich,

30 dass bereits etwa eine Sekunde nach dem Beginn der dritten Betriebsart ein Anstieg der

Brennspannung um etwa 5 Volt erzielt wird, während nach etwa 26 Sekunden die dritte Betriebsart (dritte Betriebsfrequenz von 20 Hz) beendet und die zweite Betriebsart wieder aktiviert werden kann.

- 5 Wie oben bereits erwähnt wurde, kann alternativ zu der dritten Betriebsfrequenz die dritte Betriebsart auch durch Anwendung einer Gleichstromkomponente realisiert werden.

- Die Gleichstromkomponente wird dabei vorzugsweise zunächst in der einen  
10 Stromrichtung und dann in der anderen Stromrichtung an die Lampe angelegt, wobei die Zeitdauer jeweils zwischen etwa 0,1 und etwa 10 Sekunden liegen kann.

- Im einfachsten Fall wird die Gleichstromkomponente dadurch erzeugt, dass die während der ersten Normal-Betriebsart stattfindenden Kommutationen des  
15 Lampenstroms zur Aktivierung der dritten Betriebsart ausgesetzt werden, oder indem das Tastverhältnis zwischen den Kommutationen verändert wird.

- Diese dritte Betriebsart ist somit insbesondere zur schnellen Erhöhung der Brennspannung in dem Fall vorteilhaft anwendbar, in dem diese einen hinsichtlich des  
20 Lampentreibers kritischen niedrigen Wert (nämlich den entsprechend vorbestimmten zweiten Grenzwert  $U_2$ ) erreicht hat oder unterschreitet.

- Bei einem besonders bevorzugten Verfahren zum Betreiben einer Entladungslampe wird die zweite und die dritte Betriebsart wie folgt in Kombination angewendet:  
25

- Bei geeigneter Wahl des ersten Grenzwertes  $U_1$  kann bei den meisten Lampen mit der zweiten Betriebsart verhindert werden, dass die Brennspannung so weit abfällt, dass die Spezifikationen der betreffenden Lampen Treibereinheit überschritten werden. Dies wird im wesentlichen dadurch erreicht, dass mit der zweiten Betriebsart das weitere  
30 Wachstum der Elektrodenspitzen begrenzt und ggf. verlangsamt oder sogar verhindert wird.

Nur für die relativ wenigen Fälle, in denen aufgrund bestimmter Lampen- und/oder Betriebsparameter die Brennspannung besonders schnell und/oder stark abfällt, wird bei Erreichen des zweiten Grenzwertes  $U_2$  die dritte Betriebsart für eine oder mehrere Sekunden aktiviert, um die Brennspannung wieder über den zweiten oder sogar über den ersten Grenzwert zu erhöhen und dann wieder in die zweite bzw. die erste Betriebsart umzuschalten.

Diese dritte Betriebsart ist auch deshalb sehr effektiv anwendbar, weil mit der zweiten Betriebsart (oder ggf. einer entsprechenden Lampen-Konditionierung) Elektroden-  
spitzen mit relativ geringem Durchmesser erzeugt wurden, die mit der dritten Betriebsart relativ leicht und wirksam zurückgeschmolzen bzw. beseitigt werden können, während der sich daran anschließende Elektrodenabschnitt mit größerem Durchmesser zumindest weitgehend unverändert bleibt.

Figur 5 zeigt beispielhaft den Verlauf der Brennspannung  $U$  in Volt über der Zeit  $T$  in Minuten für eine solche UHP-Lampe mit einer Nennleistung von 150 Watt, wobei der erste Grenzwert  $U_1$  bei etwa 68 Volt und der zweite Grenzwert  $U_2$  bei etwa 60 Volt festgelegt wurde. Aus dieser Darstellung wird insbesondere der relativ steile Anstieg der Brennspannung nach dem Aktivieren der dritten Betriebsart für etwa 10 Sekunden (20 Hz) bei Erreichen des zweiten Grenzwertes  $U_2$  deutlich. Solange die Brennspannung größer ist, als der erste Grenzwert  $U_1$ , ist die erste Betriebsart aktiviert, während bei einer Brennspannung im Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten Grenzwert die zweite Betriebsart aktiviert ist.

Figur 6 zeigt einen Verlauf der Brennspannung über der Zeit  $T$  für die gleiche Lampe wie in Figur 5. Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass bei einem Betrieb der Lampe mit einer erhöhten Leistung von 180 Watt gegenüber 150 Watt in Figur 5 während der zweiten Betriebsart die Brennspannung nicht mehr abfällt, sondern allmählich ansteigt. Dies beruht im wesentlichen darauf, dass in diesem Fall das Elektrodenwachstum bei der zweiten Betriebsfrequenz von 500 Hz zumindest weitgehend zum Stillstand

gekommen ist. Wenn die Lampe wieder mit 150 Watt betrieben, das heißt gedimmt wird, stellt sich im wesentlichen wieder die in Figur 5 gezeigte Situation ein.

Um ein zu häufiges Umschalten zwischen der ersten und der zweiten Betriebsart zu vermeiden, wird vorzugsweise eine Hysterese festgelegt. Dies kann zum Beispiel in der Weise erfolgen, dass die zweite Betriebsart zwar beim Abfall der Brennschspannung auf den ersten Grenzwert  $U_1$  aktiviert wird, dass jedoch erst dann wieder in die erste Betriebsart zurückgeschaltet wird, wenn die Brennschspannung etwa 2 Volt über dem ersten Grenzwert  $U_1$  liegt.

10

Ein zu häufiges Umschalten zwischen der zweiten und der dritten Betriebsart kann verhindert werden, wenn der erste Grenzwert  $U_1$  relativ hoch (wie gemäß Figur 1 mit  $U_1 = 74$  Volt) und/oder der zweite Grenzwert  $U_2$  relativ niedrig gewählt wird.

15 Zum Beispiel ergibt sich durch ein Umschalten bzw. Absenken des zweiten Grenzwertes von  $U_2 = 60$  Volt auf  $U_2 = 50$  Volt ein Verlauf der Brennschspannung gemäß Figur 7.

Insbesondere im Hinblick auf die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betreiben einer

20 Hochdruckgasentladungslampe für eine Beleuchtungseinheit für ein Projektionssystem ist darauf hinzuweisen, dass während aller drei Betriebsarten die Elektroden stets eine geschmolzene Elektrodenspitze aufweisen und somit eine instabile Bogenentladung bzw. ein Bogenspringen verhindert werden kann.

25 Während der ersten Betriebsart wird dies im wesentlichen durch eine bekannte Pulsform des Lampenstroms bzw. die diesem überlagerten Strompulse erreicht. In der zweiten Betriebsart hat die auf dem Elektrodenende aufwachsende dünne Spitze stets eine geschmolzene vordere Struktur, auch wenn dabei der Lampenstrom keine Strompulse aufweist. In der dritten Betriebsart ist die zurückzuschmelzende Elektrodenspitze  
30 notwendigerweise geschmolzen.



Figur 8 zeigt eine Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren.

- 5 Die Schaltung umfasst eine Leistungsquelle, mit der eine Versorgungsspannung  $U_0$  von zum Beispiel 380 Volt Gleichspannung zur Verfügung gestellt wird, die einen Abwärts-Konverter 10 speist. Der Ausgang des Konverters 10 ist über einen Puffer-Kondensator  $C_B$  mit einer Kommutatorstufe 11 verbunden, die wiederum eine Zündstufe 12 speist, mit der die daran angeschlossene Lampe 13 gezündet und betrieben wird.

10

Die an dem Puffer-Kondensator  $C_B$  anliegende Spannung wird außerdem über einen Spannungsteiler  $R1/R1$  einem Komparator 14 zur Überwachung der Brennspannung und zum Vergleich der Brennspannung mit den genannten Grenzwerten (und weiteren Funktionen gemäß Figur 10) zugeführt. Ein erstes Ausgangssignal des Komparators 14

15 wird einem Generator 15 zur Erzeugung der Betriebsfrequenzen des Lampenstroms zugeführt, der wiederum die Kommutatorstufe 11 beaufschlagt. Ein zweites Ausgangssignal des Komparators 14 liegt an einem Generator 16 zur Erzeugung der Strom-Wellenform für den Abwärts-Konverter 10 an.

- 20 Figur 9 zeigt den Abwärts-Konverter 11 mit der Leistungsquelle P sowie dem Puffer-Kondensator  $C_B$  im Detail.

Der Abwärts-Konverter 11 beinhaltet im wesentlichen eine seriell geschaltete Spule (Induktivität) L, die über einen Schalter S mit der Leistungsquelle P verbunden bzw.

25 von dieser getrennt und dem Puffer-Kondensator  $C_B$  parallel geschaltet werden kann.

Weiterhin ist ein Schaltglied SC ist vorgesehen, an dessen einem Eingang ein zum Beispiel induktiv an der Spule L gewonnenes Stromsignal und an dessen anderem Eingang das Ausgangssignal des Wellenform-Generators 16 anliegt.

Das Ausgangssignal des Schaltgliedes SC (zum Beispiel ein Flip-Flop) schaltet den Schalter S in der Weise, dass der dargestellte, im wesentlichen sägezahnförmige Stromverlauf durch die Induktivität L erzielt wird.

- 5    Figur 10 zeigt ein detailliertes Blockschaltbild des Komparators 14. Die über dem Widerstand R1 (Figur 8) abfallende Spannung, die proportional zu der momentanen Brennspannung ist, wird über einen Filterkondensator  $C_F$  einem Analog/Digital-Wandler 141 zugeführt.
- 10   Die digitalisierte Spannung wird dann einer Pulserzeugerstufe 142 zugeführt, mit der die dem Lampenstrom in der ersten Betriebsart (das heißt wenn die Spannung größer ist als der erste Grenzwert) zu überlagernden Strompulse, die zur Stabilisierung der Bogenentladung beitragen, erzeugt werden. Diese Strompulse werden dem Wellenform-Generator 16 für den Lampenstrom zugeführt, um durch Beaufschlagung des Abwärts-
- 15   Konverters 10 den entsprechenden Lampenstrom zu erzeugen.

- Die digitalisierte Spannung wird ferner einer Vergleichs- und Schaltstufe 143 zugeführt, mit der die Spannung mit den Grenzwerten verglichen wird, um dem Generator 15 zur Erzeugung der Betriebsfrequenzen des Lampenstroms ein entsprechendes Schaltsignal
- 20   zuzuführen.

- Wie oben bereits erläutert wurde, wird die erste Betriebsfrequenz aktiviert, wenn die Brennspannung größer oder gleich dem ersten Grenzwert  $U_1$  ist. Wenn die Brennspannung zwischen dem ersten und dem zweiten Grenzwert  $U_1$ ,  $U_2$  liegt, wird die
- 25   zweite Betriebsfrequenz geschaltet, während in dem Fall, in dem die Brennspannung den zweiten Grenzwert erreicht oder unterscheidet, die dritte Betriebsfrequenz aktiviert wird.

- Bei der Anwendung der Entladungslampen in Beleuchtungseinheiten für Projektions-
- 30   systeme, die empfindlich auf Lichtschwankungen während der Lampenstromperiode reagieren (wie zum Beispiel DLP- und LCOS-Systeme), ist hinsichtlich der Auswahl der Betriebsfrequenzen folgendes zu beachten:

a.) Zur Vermeidung von Lichtschwankungen, Artefakten oder anderen Bildstörungen sollte die erste Betriebsfrequenz in der ersten Betriebsart auf die Bildfrequenz oder ein ganzzahliges Vielfaches bzw. einen Bruchteil davon synchronisiert werden.

5

Um auch in der zweiten Betriebsart keine Störungen zu erzeugen, wird die zweite Betriebsfrequenz aus der ersten Betriebsfrequenz abgeleitet. Zu diesem Zweck bestimmt die Steuereinheit des Lampentreibers zunächst die Synchronisationsfrequenz und dividiert dann die gewünschte zweite Betriebsfrequenz durch die Synchronisations-

10 frequenz. Dieser Quotient wird auf die nächst höhere ganze Zahl gerundet und dann wieder mit der Synchronisationsfrequenz multipliziert. Die sich dadurch ergebende Frequenz wird als zweite Betriebsfrequenz verwendet.

In ähnlicher Weise kann auch die dritte (niedrige) Betriebsfrequenz berechnet werden,

15 wobei deren Synchronisation allerdings aufgrund der im allgemeinen nur sehr kurzen Zeitdauer der dritten Betriebsphase nicht so kritisch ist.

b.) Als weitere Maßnahme zur Vermeidung von Bildstörungen sollte auch das Display-system an den Verlauf des Lampenstroms angepasst werden. Zu diesem Zweck kann in

20 allen Betriebsarten der relative Wert des Pulsstroms an das Displaysystem übermittelt und korrigiert werden, oder das Displaysystem wird stets für einen bestimmten Pulsstrom korrigiert.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass bei bestimmten Lampen die dritte Betriebs-

25 frequenz auch im wesentlichen gleich der ersten Betriebsfrequenz sein kann.

Weiterhin wird das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise erst nach einer Warm-laufphase der Lampe, das heißt im allgemeinen nach etwa eins bis zwei Minuten nach ihrem Einschalten und Erreichen einer im wesentlichen stationären Betriebstemperatur

30 aktiviert.

Schließlich beinhaltet die Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorzugsweise einen Mikroprozessor bzw. Mikrocontroller mit einem Softwareprogramm, mit dem die erläuterten Verfahrensschritte ausgeführt bzw. gesteuert werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer Entladungslampe insbesondere während der ersten Brennstunden nach der Herstellung der Lampe, mit einer ersten Normal-Betriebsart mit einer ersten Betriebsfrequenz, die aktiviert wird, wenn die Brennspannung der Lampe größer (oder gleich) einem vorbestimmbaren ersten Grenzwert  $U_1$  ist, und einer zweiten  
5 Betriebsart mit einer zweiten höheren Betriebsfrequenz, die aktiviert wird, wenn die Brennspannung der Lampe den ersten Grenzwert  $U_1$  erreicht (bzw. unterschreitet) und die so gewählt ist, dass das Wachstum der Elektroden und somit der Abfall der Brennspannung insbesondere aufgrund der Ausbildung von dünneren Elektrodenspitzen begrenzt ist.  
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Betriebsfrequenz zwischen etwa 50 und etwa 200 Hz liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in der ersten Betriebsart der Lampenstrom zur  
15 Vermeidung von instabilen Bogenentladungen mit Strompulsen überlagert ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die zweite Betriebsfrequenz um einen Faktor von etwa 2 bis etwa 20 höher ist, als die erste Betriebsfrequenz.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die zweite Betriebsfrequenz zur Vermeidung von instabilen Bogenentladungen eine Frequenz zwischen etwa 300 und etwa 1500 Hz aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste Grenzwert  $U_1$  bei einer Spannung liegt, die etwa 10 V höher ist, als eine minimale Spannung einer Lampen-Treibereinheit, bei der diese die Lampe noch mit ihrer Nennleistung oder einer gewünschten Leistung treiben kann.
- 5
7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste Grenzwert  $U_1$  eine Hysterese aufweist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, mit einer dritten Betriebsart, die aktiviert wird, wenn die Brennspeisung der Lampe einen vorbestimmbaren zweiten Grenzwert  $U_2$  erreicht (oder
- 10 unterschreitet), der kleiner ist, als der erste Grenzwert  $U_1$ , und in der die Entladungsstrecke zwischen den Elektroden durch Veränderung mindestens eines Betriebsparameters der Lampe so lange vergrößert wird, bis die Brennspeisung den zweiten Grenzwert  $U_2$  oder den zweiten und den ersten Grenzwert  $U_2$ ,  $U_1$  wieder überschreitet (bzw. erreicht).
- 15
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem ein Betriebsparameter eine dritte Betriebsfrequenz ist, die um einen Faktor zwischen etwa 2 und etwa 1000 niedriger ist, als die zweite Betriebsfrequenz.
- 20
10. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem ein Betriebsparameter eine Gleichstromkomponente ist, mit der die Lampe beaufschlagt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem der zweite Grenzwert  $U_2$  bei einer Spannung liegt, die etwa 5 V höher ist, als eine minimale Spannung einer Lampen-Treibereinheit,
- 25 bei der diese die Lampe noch mit ihrer Nennleistung oder einer gewünschten Leistung treiben kann.
12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 9, bei dem die zweite und/oder dritte Betriebsfrequenz mit der Bildfrequenz eines Displaysystems synchronisiert ist.

13. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Komparator (14) zum Vergleichen der Brennspannung mit mindestens einem der beiden Grenzwerte sowie einem Generator (15) zum Erzeugen der Betriebsfrequenzen des Lampenstroms in Abhängigkeit von dem  
5 Ausgangssignal des Komparators (14).
14. Beleuchtungseinheit mit einer Hochdruckgasentladungslampe und einer Schaltungsanordnung nach Anspruch 13.
- 10 15. Projektionssystem mit einem Projektionsdisplay und einer Beleuchtungseinheit nach Anspruch 14.
16. Computerprogramm mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, wenn das Programm auf einem  
15 programmierbaren Microcomputer oder Mikrocontroller läuft.
17. Schaltungsanordnung nach Anspruch 13, mit einem Mikrocontroller oder Microcomputer und einem Computerprogramm nach Anspruch 16.

## ZUSAMMENFASSUNG

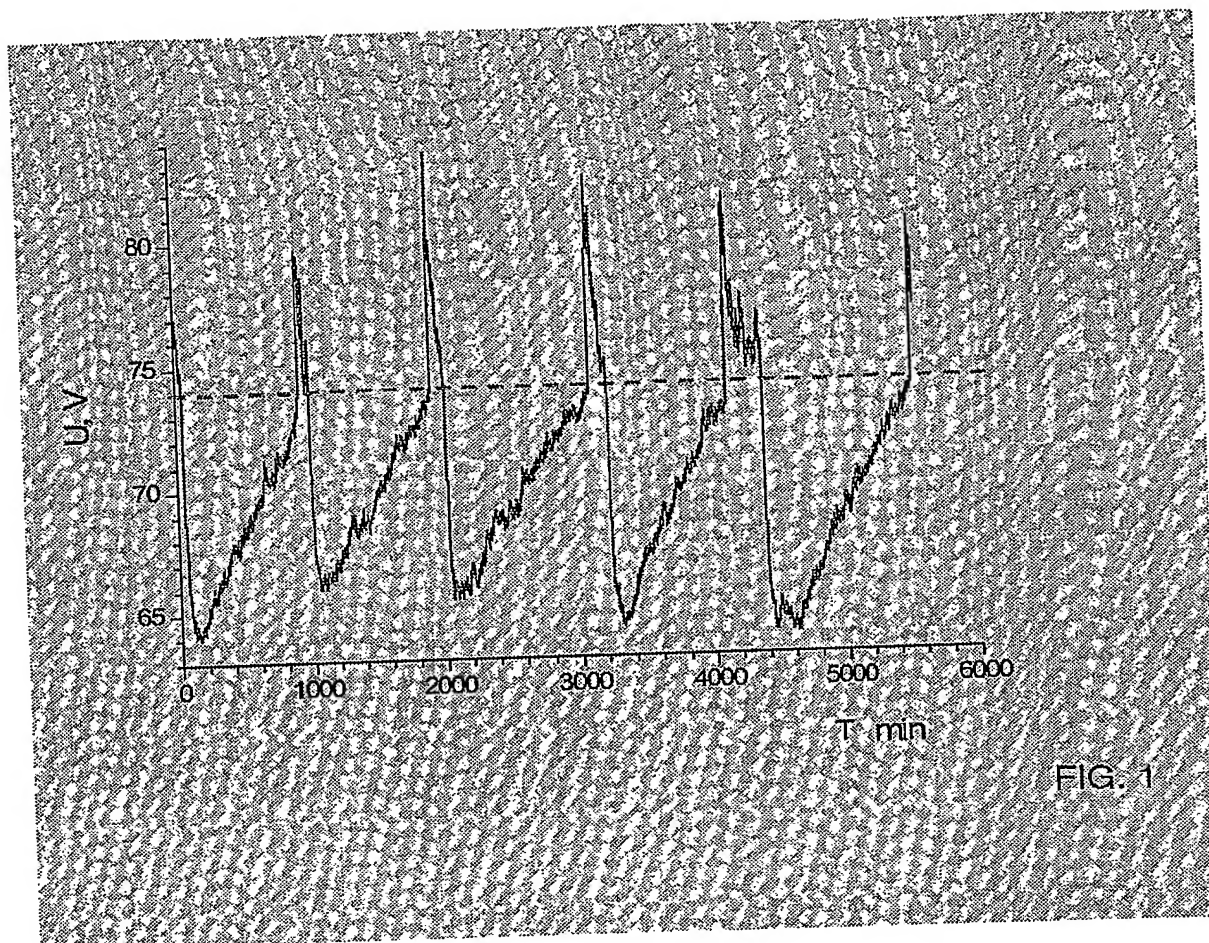
### **Verfahren und Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe**

Es wird ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Entladungslampe insbesondere während der ersten Brennstunden nach der Herstellung der Lampe beschrieben. Das Verfahren und die Schaltungsanordnung sind dabei insbesondere für 5 Hochdruckgasentladungslampen (HID [high intensity discharge] -Lampen oder UHP [ultra high performance] -Lampen) vorgesehen. Weiterhin wird eine Beleuchtungseinheit mit einer Entladungslampe und einer solchen Schaltungsanordnung sowie ein Projektionssystem mit einem Projektionsdisplay und einer solchen Beleuchtungseinheit 10 beschrieben. Durch Umschalten zwischen verschiedenen Betriebsarten mit verschiedenen Betriebsfrequenzen wird vermieden, dass die Brennspannung der Lampe in den Bereich einer minimalen Spannung einer Lampen-Treibereinheit abfällt, unterhalb der diese die Lampe nicht mehr mit ihrer Nennleistung oder einer gewünschten Leistung treiben kann.

15

Fig. 8





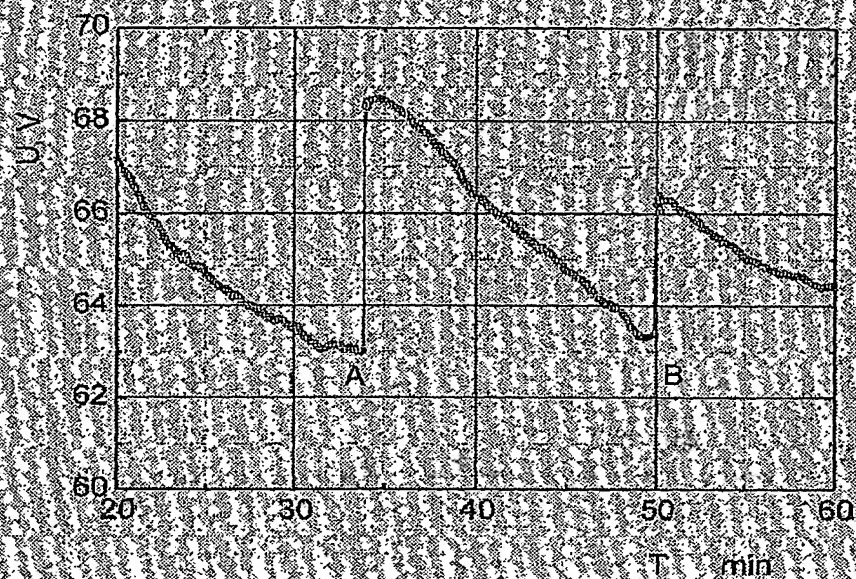


FIG. 2

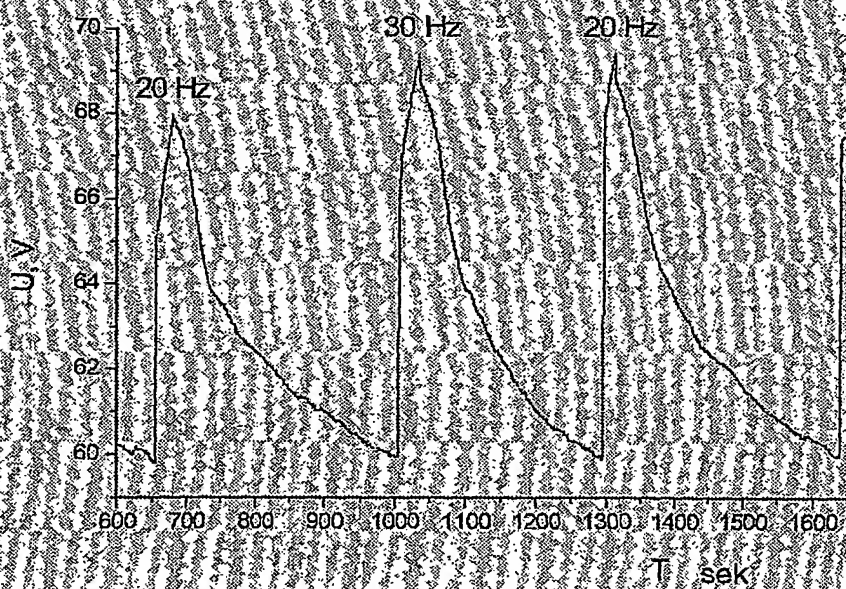


FIG. 3



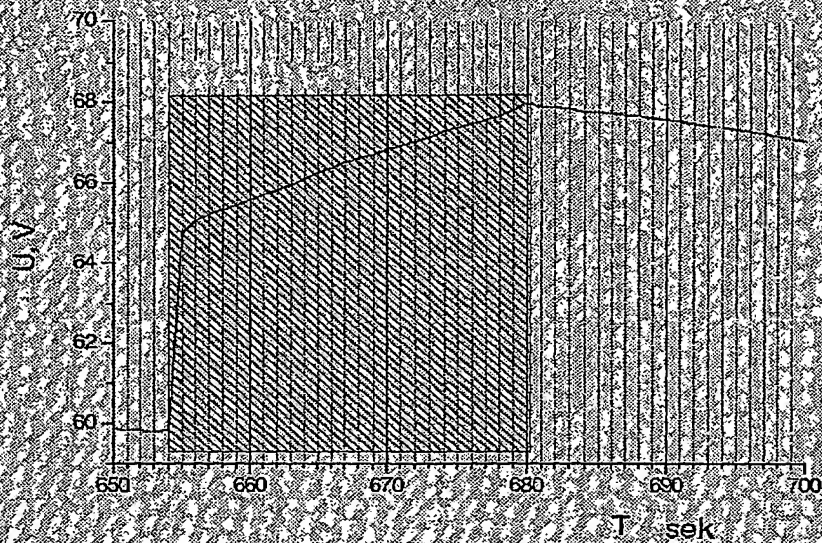


FIG. 4

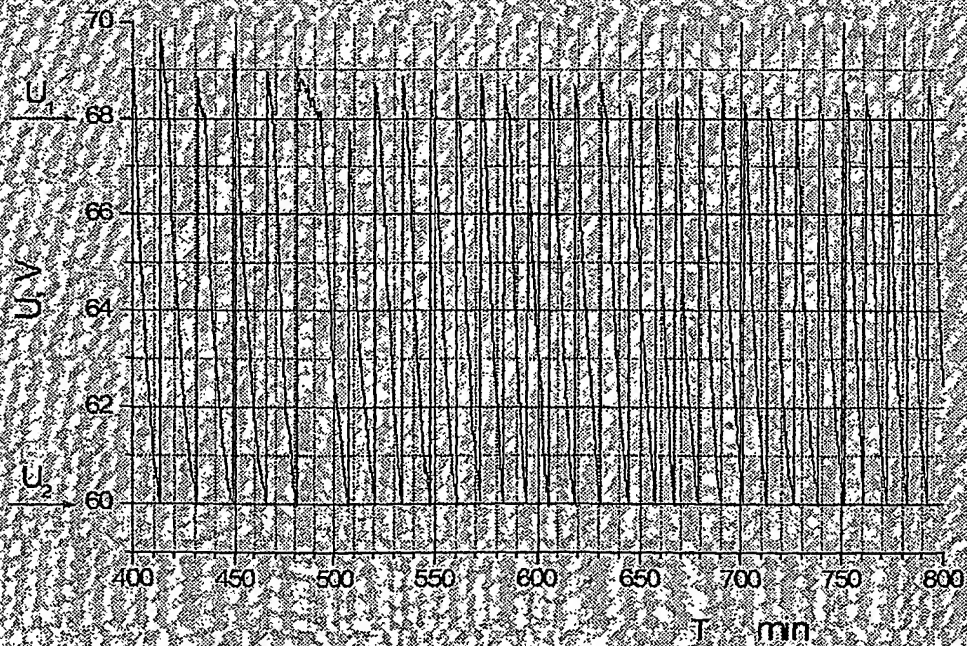


FIG. 5



FIG. 6

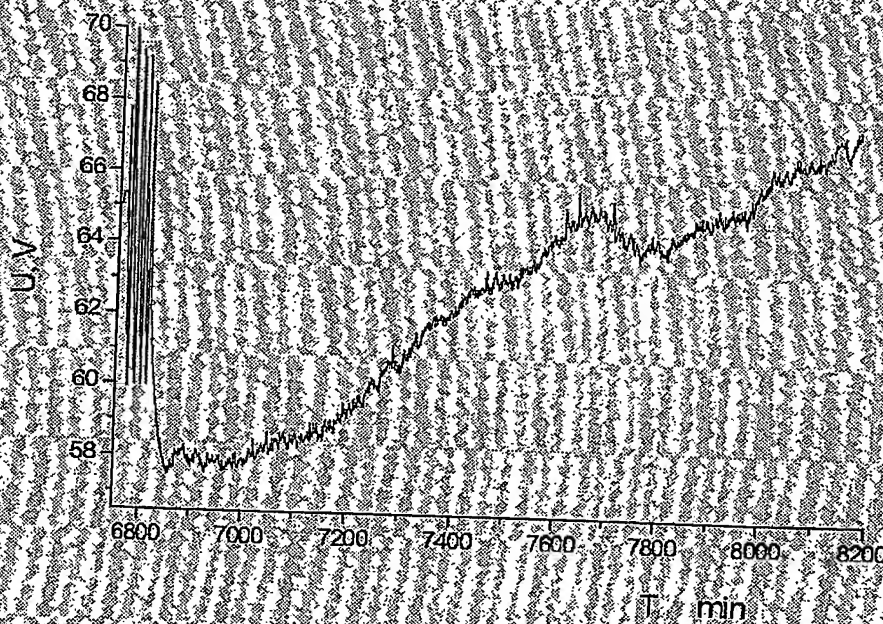
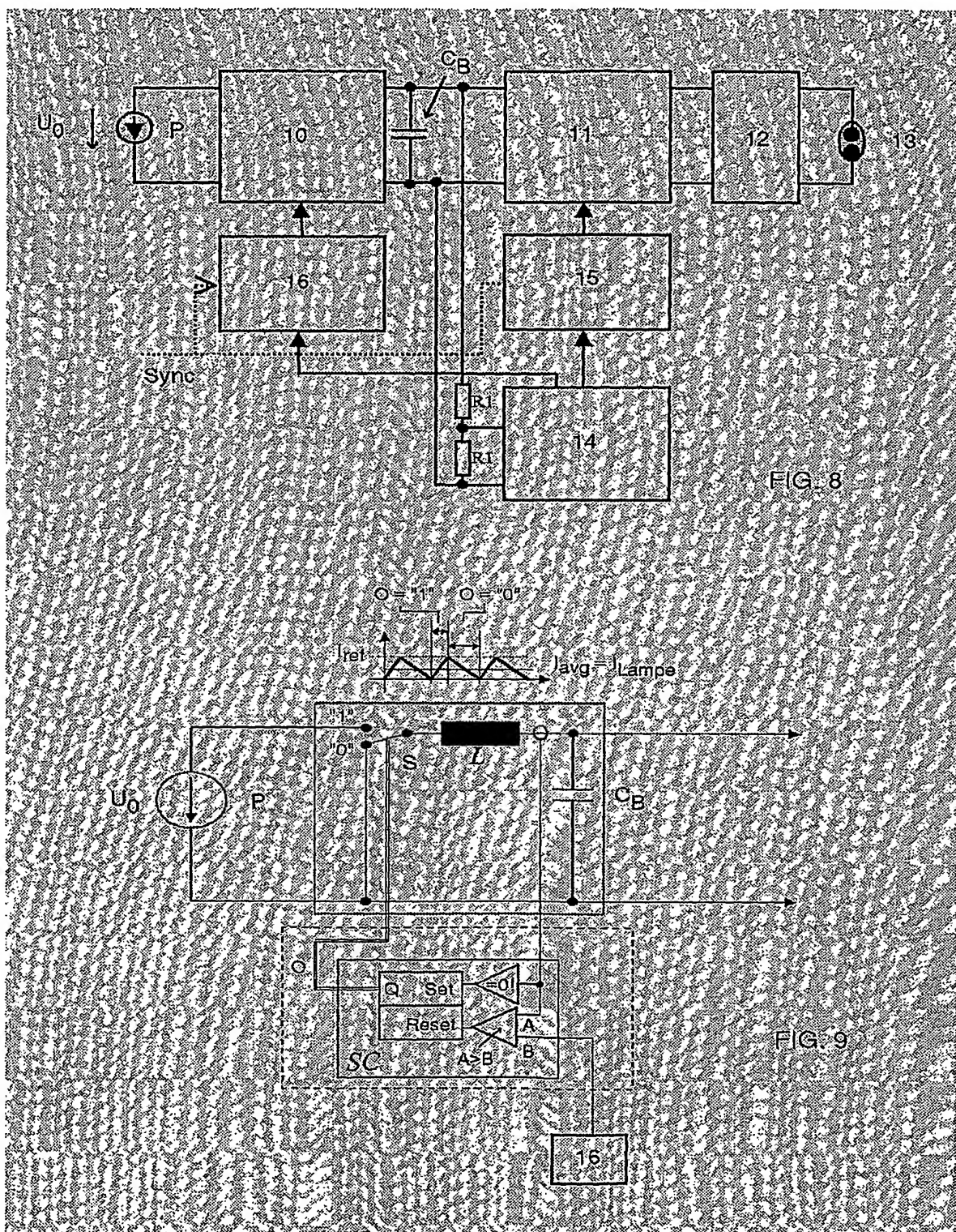


FIG. 7





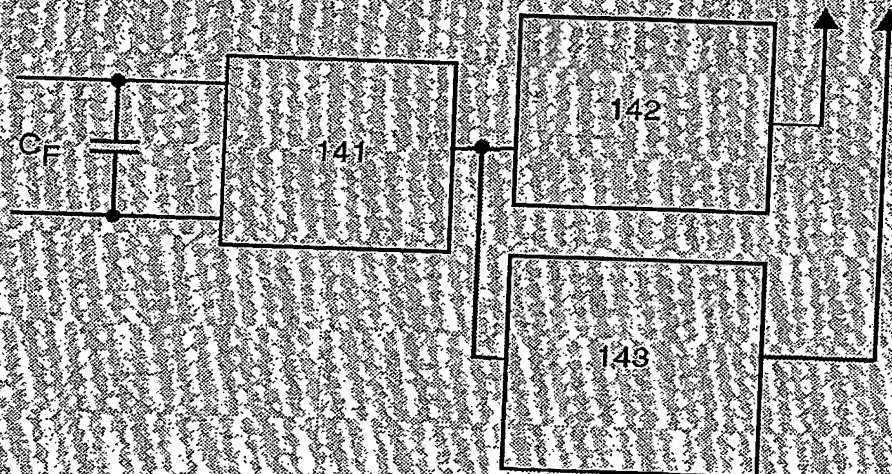


FIG. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**